Em parceria com

No âmbito do projecto

RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Escola EB1 do Rossio de S. Brás

Avenida Combatentes da Grande Guerra –
Horta das Figueiras - Évora

2012.218/017.13

11 de Janeiro de 2013

PROGRAMA COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA ESPAÑA – PORTUGAL COOPERAÇÃO TRANSFRONTEIRIÇA
União Europeia FEDER Investimos no seu futuro

SUMÁRIO EXECUTIVO

Os edifícios da Escola do Rossio de S. Brás está localizado dentro do aglomerado urbano de Évora, com as fachadas principais na orientação solar no quadrante Oeste/Sudoeste. São edifício de serviços onde se desenvolve a actividade de escola e cantina. Dois dos edifícios têm dois pisos com uma área aproximada de 165 m^2 cada edifício, tendo sido estimada uma ocupação de 80 pessoas cada edifício, um dos edifícios têm um piso com uma área aproximada de 90 m^2, tendo sido estimada uma ocupação de 90 pessoas no período de Diagnóstico Energético.

Na instalação regista-se o consumo de duas formas de energia, a energia eléctrica e o gás natural.

No ano de 2011 esta instalação teve um consumo total de energia eléctrica de 38 194 kWh e um consumo total de gás natural de 52 045 kWh, o que correspondeu a um encargo de cerca de 7 833 €.

Durante o Diagnóstico Energético realizado foram identificadas oportunidades de racionalização dos consumos de energia. As medidas identificadas apresentam-se na tabela seguinte:

Sector	Medida	Poupança Estimada		Estimativa investimento (€)	Payback (anos)
		kWh/ano	€/ano		
Geral	Adesão ao mercado liberalizado.	-	-	-	-
Iluminação	Substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares T8 com balastro ferromagnético por lâmpadas T5 com balastro electronico	4.260	115	565	4,9
	Colocação de sensores de movimento com controlo de intensidade luminosa nas instalações sanitárias.	1.072	142	140	1
	Substituição de lâmpadas de iodetos metálicos de 150W por lâmpadas de 70W.	2.798	370	81	0,3
Climatização	Redução do número de caldeiras	7.807	415	300	0,7
	Colocação de tempporizadores no quadro eléctrico, de forma a desligar os circuitos de tomadas durante a noite e a minimizar os períodos de standby, evitando consumos desnecessários de energia eléctrica.	142	19	70	3,7
Envolvente	Colocação de dispositivos de sombreamento exterior para o controlo dos ganhos solares passivos dos gabinetes e substituição das caixilharias.	-	-	-	-
	Total	**16.079**	**1061**	**1156**	**1,09**

ÍNDICE

1. Introdução 6
2. Dados gerais 6
2.1 Identificação do edifício 6
3. Caracterização dos edifícios 7
3.1 Caracterização geral 7
3.2 Ocupação 7
4. Levantamento Energético 7
4.1 Tipo de energia consumida 7
4.2 Equipamentos Consumidores de Energia Eléctrica 8
4.2.1 Sistemas de Iluminação 8
4.2.2 Equipamentos 9
4.2.3 Sistemas de Climatização 10
4.2.4 Produção de AQS 11
4.3 Características da Envolvente 11
4.4 Consumo de Energia 12
4.4.1 Histórico Energético 12
4.4.2 Consumo de energia (2011) 14
4.4.3 Custos com a energia (2011) 16
4.4.4 Desagregação de consumos de energia (2011) 18
4.4.5 Indicador Energético (2011) 19
5. Oportunidades de Racionalização dos Consumos de Energia 19
5.1 Adesão ao mercado liberalizado 19
5.2 Potencial de economia na substituição dos sistemas de iluminação 19
5.3 Potencial de economia sistema de controlo da iluminação 21
5.4 Potencial de economia/Análise do sistema de climatização 21
5.5 Utilização de equipamentos 23
5.6 Potencial de economia na envolvente do edifício 24
6. Conclusões 25
Anexo I 26
Anexo II 27
Anexo III 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Localização geográfica do edifício. 6
Figura 2- Vista exterior da Escola. 7
Figura 3 - Exemplos de Equipamentos de Iluminação Interior. 8
Figura 4 - Exemplos de equipamentos existentes no edifício. 9
Figura 5- Unidades de climatização. 10
Figura 6- Esquentador existente. 11
Figura 7- Exemplos de vãos envidraçados. 11
Figura 8 - Distribuição mensal dos consumos de energia (2011). 15
Figura 9 – Distribuição mensal dos custos de energia (2011). 17
Figura 10 – Exemplos de sombreamentos exteriores. 24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Levantamento dos meios de iluminação artificial instalados. 8
Tabela 2- Caracterização dos equipamentos existentes..... 9
Tabela 3- Caracterização das unidades exteriores de climatização..... 10
Tabela 4- Consumos e Custos Energéticos do último ano. 13

1. Introdução

O presente Diagnóstico Energético teve como objectivo central a caracterização energética dos edifícios da Escola do Rossio de S. Brás em Évora, contemplando a análise ao nível da qualidade térmica e dos sistemas energéticos do edifício, recolhendo elementos que possibilitem medidas conducentes a um aumento da Eficiência Energética do edifício, as quais se traduzam efectivamente em reduções dos consumos energéticos e consequente diminuição da factura energética.

A metodologia utilizada neste trabalho englobou as seguintes fases:

- Preparação da intervenção;
- Trabalhos de campo (levantamentos e caracterização do edifício);
- Elaboração do relatório de Diagnóstico Energético.

2. Dados gerais

2.1 Identificação do edifício	
Designação	Edifícios da Escola do Rossio de S. Brás
Localização	Avenida Combatentes da Grande Guerra – Horta das Figueiras - Évora
Contactos	Engenheiro Nuno Chorão Bilo
Descrição sucinta	Os edifícios da Escola do Rossio de S. Brás está localizado dentro do aglomerado urbano de Évora, com as fachadas principais na orientação solar no quadrante Oeste/Sudoeste. São edifício de serviços onde se desenvolve a actividade de escola e cantina. Os três edifícios têm uma área total aproximada de 420 m^2 e uma ocupação total de 160 pessoas. São edifícios de serviços cuja actividade principal é a de escola e cantina. Os espaços dividem-se entre salas, zonas de circulação e refeitório.

Figura 1- Localização geográfica do edifício.

Figura 2- Vista exterior da Escola.

3. Caracterização dos edifícios

Dois edifícios estão divididos em dois pisos onde se situam as salas de aula, um dos edifícios é constituído somente por um piso onde se situa o refeitório e a sala dos tempos livres.

3.1 Caracterização geral	
Área aproximada (m^2)	420
Número de pisos	2 e 1

3.2 Ocupação

Durante o diagnóstico foi registada uma ocupação de 160 pessoas. Os dois edifícios com dois pisos de salas de aula funcionam durante os dias úteis entre as 8h e as 19h00 e o edifício do refeitório funciona entre as 8h e as 15h30m.

4. Levantamento Energético

Verifica-se o consumo de energia eléctrica e de gás natural no edifício.

4.1 Tipo de energia consumida	
Energia eléctrica	O fornecimento de energia eléctrica é feito a partir da alimentação em Baixa Tensão Normal. Os três contratos são BTN, sem ciclo horário diário e potência total contratada igual a 62,1 kVA.
Local de consumo	PT 0002 000 003 562 284 BR; PT 0002 000 003 541 418; PT 0002 000 003 541 429
Gás Natural	O fornecimento de gás natural é feito de acordo com a tarifa de escalão 4.
Local de consumo	PT 1703 000 003 500 347 EJ

4.2 Equipamentos Consumidores de Energia Eléctrica

4.2.1 Sistemas de Iluminação

O interior do edifício é iluminado por uma combinação de luz natural proveniente das janelas, e de luz artificial proveniente dos equipamentos de iluminação instalados. A figura seguinte apresenta exemplos de tecnologia de iluminação artificial interior.

Figura 3 - Exemplos de Equipamentos de Iluminação Interior.

Nos espaços do edifício predominam as luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares com balastros ferromagnéticos. O controlo da iluminação é realizado manualmente por cada utilizador do espaço.

Os meios de iluminação artificial instalados no edifício encontram-se caracterizados no Anexo II. A tabela seguinte apresenta a potência instalada por cada tipo de tecnologia existente no edifício.

Tabela 1- Levantamento dos meios de iluminação artificial instalados.

Tipo de lâmpada	Quant. [unidades]	Potência total [kW]	Consumo anual estimado [kWh]
Fluor. Tubulares	178	9,8	11.276
Iodetos Metálicos	8	1,4	4.054
TOTAIS	**186**	**11,2**	**15.329**

O edifício apresenta uma potência total de iluminação instalada estimada em 11,2 kW. Nas tecnologias de iluminação artificial instaladas verifica-se a predominância de luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares.

Na iluminação com lâmpadas fluorescente tubulares são utilizados balastros ferromagnéticos, responsáveis por elevadas perdas de energia.

4.2.2 Equipamentos

Para o regular funcionamento da actividade do edifício existem uma série de equipamentos como computadores, monitores e impressoras que servem os espaços de escritórios.

Especificamente na cantina encontram-se equipamentos como por exemplo: arcas frigoríficas, fogão, microondas e máquina de lavar loiça.

Figura 4 - Exemplos de equipamentos existentes no edifício.

Na tabela seguinte, apresenta-se uma caracterização dos equipamentos identificados. Foi estimado um valor total de potência instalada em equipamentos eléctricos de 31 kW e um valor de potência instalada em equipamentos a gás natural de 185 kW.

Tabela 2- Caracterização dos equipamentos existentes.

Equipamentos a gás natural	Qt.	Pot. Unitária Estimada (W)	Ptotal (W)
Fogão e forno a gás natural	1	51500	51.500
Grelhador a gás natural	1	14700	14.700
Esquentador	1	23000	23.000
Caldeiras	4	24000	96.000
		Total	**185.200**
Equipamentos eléctricos	**Qt.**	**Pot. Unitária Estimada (W)**	**Ptotal (W)**
Balcão de distribuição térmico	1	6000	6.000
Fritadeira	1	3500	3.500
Microndas	1	700	700
Frigorífico	2	200	400
Maq. Lavar Loiça	1	3500	3.500
Arca Frigorifica	2	250	500
Impressoras	4	250	1.000
TV	3	90	270
PC+CRT	15	150	2.250
Ventilador	1	350	350
Multifunções	2	1500	3.000
Máquina de café	1	1250	1.250
Quadro interactivo	2	120	240
Projector	1	300	300
Chaleira eléctrica	1	1500	1.500
Aquecedores eléctricos	5	1250	6.250
		Total	**31.010**

4.2.3 Sistemas de Climatização

A climatização dos espaços do edifício é garantida por quatro unidades exteriores e quatro unidades interiores do tipo de expansão directa (split), e por quatro caldeiras a gás com distribuição por radiadores.

A marca das caldeiras é Roca e o modelo é o Laura 20/20, cada uma com a potência de 23kW.

A marca das unidades de ar condicionado é HAICE e os modelos exteriores são HCDO-18MUO/R2DC (2 unidades) e HCDO-18MU/R2DC (2 unidades).

Foi registada uma incapacidade de climatização das unidades interiores para satisfazer as necessidades térmicas dos espaços provocando desconforto térmico. Devido a essa situação alguns dos ocupantes utilizam aquecedores eléctricos.

O funcionamento das unidades é controlado localmente nos espaços através de cerca de 4 unidades interiores instaladas, modelo HCDI-18MUO/R2DC (2 unidades) e HCDI-18MU/R2DC (2 unidades).

A tabela seguinte apresenta as características das unidades exteriores de climatização existentes no edifício e a Figura 5 apresenta dois exemplos de unidades interiores instaladas.

Modelo	Quantidade	Área de influência	Potência Térmica Aquecimento (kW)	Potência Térmica Arrefecimento (kW)	COP	EER
HCDO-18MUO/R2DC	2	Cantina - Tempos Livres	5,27	4,98	3,63	3,21
HCDO-18MU/R2DC	2	Cantina - Refeitório	4,98	4,98	3,61	3,21

Tabela 3- Caracterização das unidades exteriores de climatização.

A

B

Figura 5- Unidades de climatização.
A e B – Exemplos de unidades interiores.

4.2.4 Produção de AQS

Durante o levantamento registou-se apenas um local de consumo de água quente, no edifício da cantina, onde se encontra instalado um esquentador a gás com capacidade de 11 litros e potência de 23 kW.

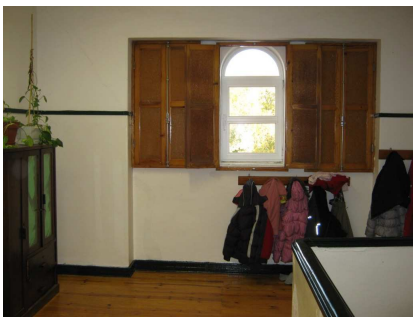
Figura 6- Esquentador existente.

4.3 Características da Envolvente

Os edifícios da Escola do Rossio de S. Brás fica inserido no aglomerado urbano de Évora, com as fachadas principais orientadas a Oeste e Sudoeste. Não existe disponível a memória descritiva do edifício que permita efectuar com detalhe a caracterização da envolvente opaca do edifício.

No edifício da Cantina predominam os vãos envidraçados em caixilharia de madeira com vidro simples de 3 mm e protecções solares interiores com portadas de madeira.

Nos outros dois edifícios existem também vãos envidraçados em caixilharia de madeira com vidro simples de 3 mm e protecções solares interiores com portadas de madeira, no entanto as salas de aula possuem vão envidraçados com caixilharia metálica com vidro duplo 4+8+6 mm e protecção solar interior composta por persianas de lâminas metálicas ou portadas interiores de madeira.



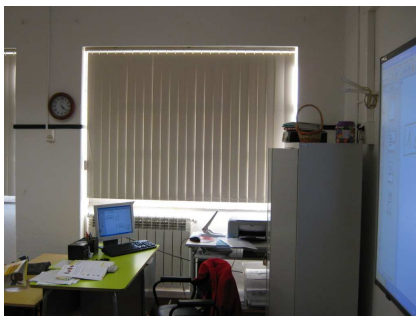


Figura 7- Exemplos de vãos envidraçados.

4.4 Consumo de Energia

4.4.1 Histórico Energético

Apresenta-se neste sub-capítulo, os consumos totais energéticos e respectivos custos do último ano (2011).

				ENERGIA ELÉCTRICA FACTURADA	
CIL 0003562284			Nº de Dias	Energia Activa	Factura sem IVA
				kWh TOTAL	€
Período de Facturação	01-01-2011	10-03-2011	69	**4.291**	569,0
	11-03-2011	31-03-2011	21	**1.152**	152,8
	01-04-2011	29-04-2011	29	**1.140**	151,2
	30-04-2011	06-06-2011	38	**1.951**	258,7
	07-06-2011	29-06-2011	23	**804**	106,6
	30-06-2011	29-07-2011	30	**1.382**	183,3
	30-07-2011	16-09-2011	49	**1.671**	221,6
	17-09-2011	30-09-2011	14	**808**	107,1
	01-10-2011	27-10-2011	27	**1.508**	200,0
	28-10-2011	26-11-2011	30	**1.793**	237,8
	27-11-2011	27-12-2011	31	**1.931**	256,1
	Total		**361**	**18.431**	**2.444**
	Repartição		**-**	100%	-
	Média		**30**	1.676	222

				ENERGIA ELÉCTRICA FACTURADA	
CIL 0003541418			Nº de Dias	Energia Activa	Factura sem IVA
				kWh TOTAL	€
Período de Facturação	01-01-2011	21-02-2011	52	**2.152**	285,4
	22-02-2011	05-03-2011	12	**512**	67,9
	06-03-2011	28-04-2011	54	**1.630**	216,1
	29-04-2011	23-06-2011	56	**1.569**	208,1
	24-06-2011	13-07-2011	20	**230**	30,5
	14-07-2011	28-09-2011	77	**833**	110,5
	29-09-2011	28-10-2011	30	**931**	123,5
	29-10-2011	26-11-2011	29	**1.064**	141,1
	27-11-2011	27-12-2011	31	**970**	128,6
	Total		**361**	**9.891**	**1.312**
	Repartição		**-**	100%	-
	Média		**40**	1.099	146

				ENERGIA ELÉCTRICA FACTURADA	
CIL 0003541429			Nº de Dias	Energia Activa	Factura sem IVA
				kWh TOTAL	€
Período de Facturação	01-01-2011	21-02-2011	52	**2.409**	319,4
	22-02-2011	01-03-2011	8	**252**	33,4
	02-03-2011	28-04-2011	58	**1.942**	257,5
	29-04-2011	28-06-2011	61	**1.321**	175,2
	29-06-2011	13-07-2011	15	**230**	30,5
	14-07-2011	28-09-2011	77	**853**	113,1
	29-09-2011	28-10-2011	30	**688**	91,2
	29-10-2011	26-11-2011	29	**1.089**	144,4
	27-11-2011	27-12-2011	31	**1.088**	144,3
Total			**361**	**9.872**	**1.309**
Repartição			**-**	100%	-
Média			**40**	1.097	145

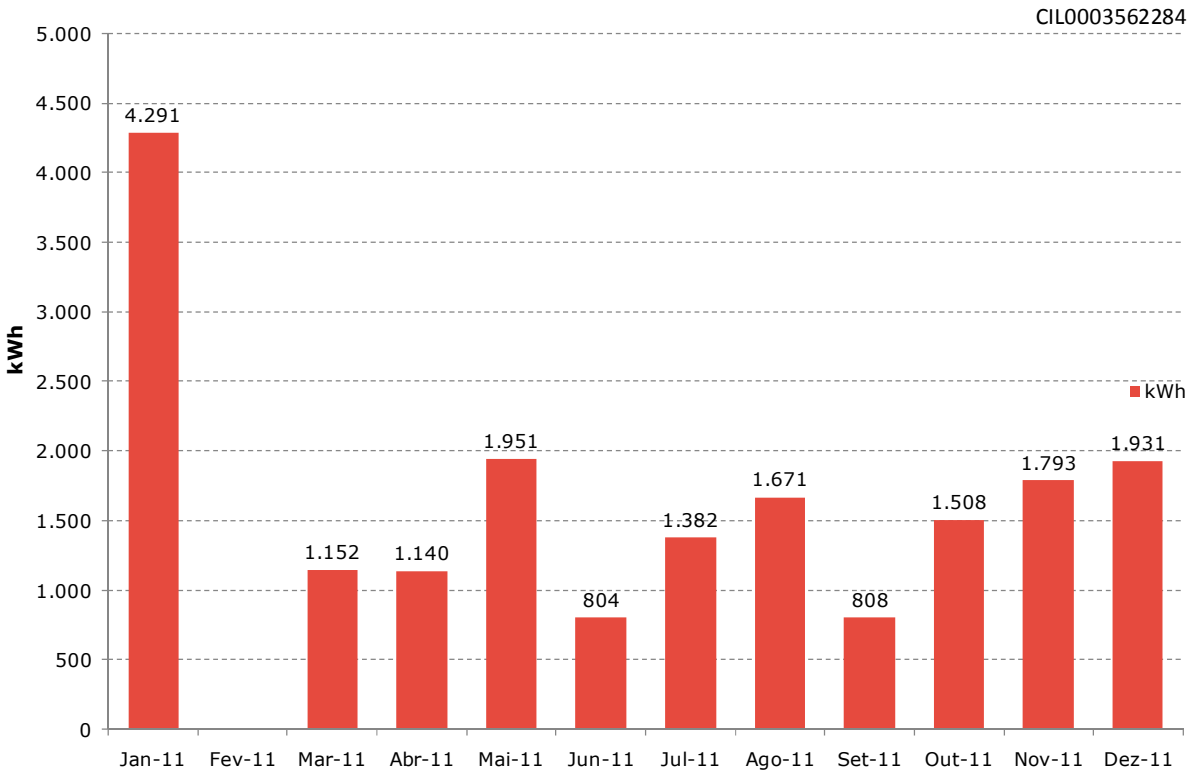
		Gás Natural			
		Consumo		Factura sem IVA	
		m^3	kWh	€	€/m^3
Período de Facturação	Jan-11	1.532	19.192	1.002	0,65
	Fev-11	0	0	0	0,00
	Mar-11	1.039	13.065	682	0,66
	Abr-11	0	0	0	0,00
	Mai-11	157	1.970	97	0,62
	Jun-11	10	124	6	0,65
	Jul-11	37	465	25	0,68
	Ago-11	0	0	0	0,00
	Set-11	51	640	35	0,68
	Out-11	91	1.139	82	0,90
	Nov-11	546	6.762	367	0,67
	Dez-11	695	8.688	472	0,68
Total		**4.158**	**52.045**	**2.768**	-
Média		347	4.337	231	**0,67**

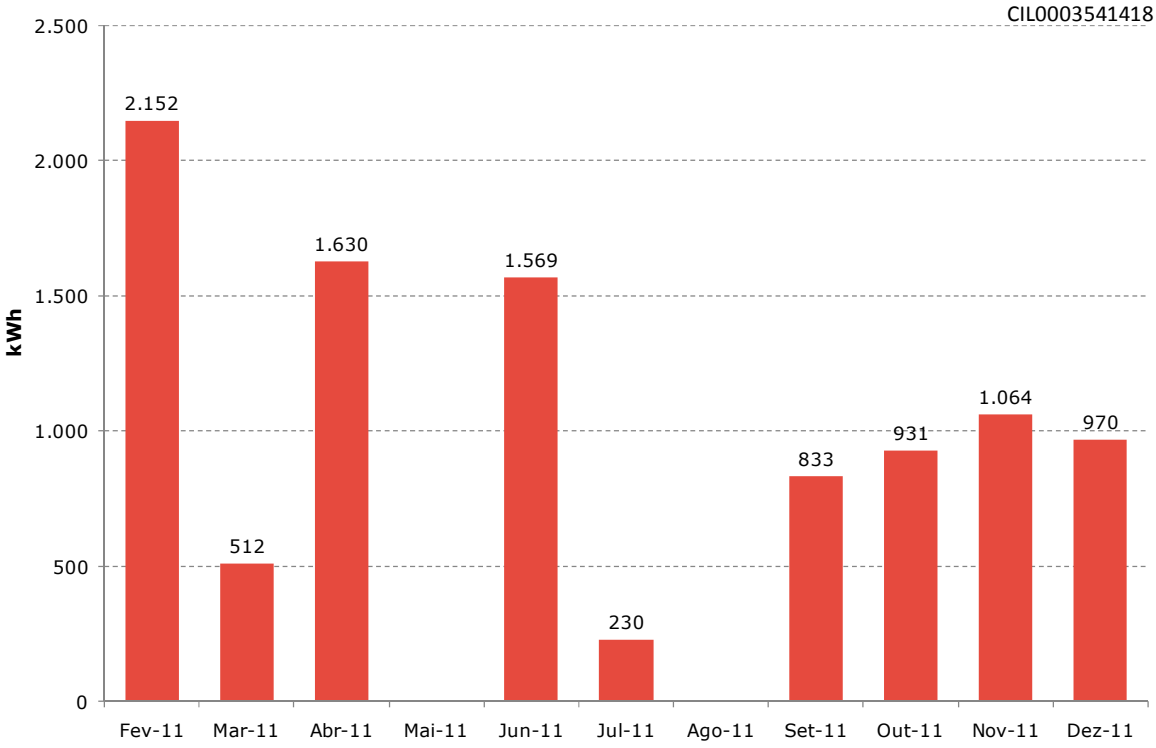
Tabela 4- Consumos e Custos Energéticos do último ano.

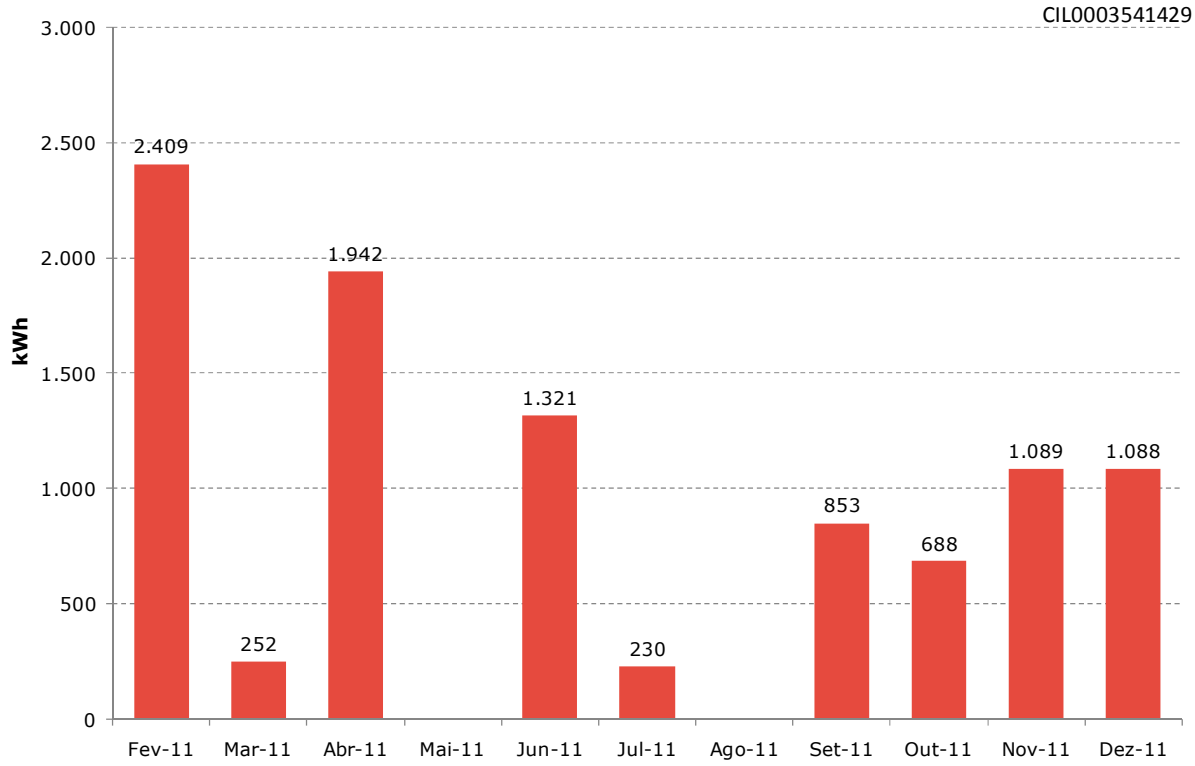
Durante o ano de 2011 o consumo anual de energia eléctrica foi de 38 194 kWh, a que correspondeu um custo associado de 5 065 € e um consumo de gás natural de 52 045 kWh, o que se traduziu num encargo de 2 768 €.

4.4.2 Consumo de energia (2011)

Considerando como referência o último ano completo (2011) apresenta-se de seguida a distribuição mensal do consumo de energia (Figura 8).







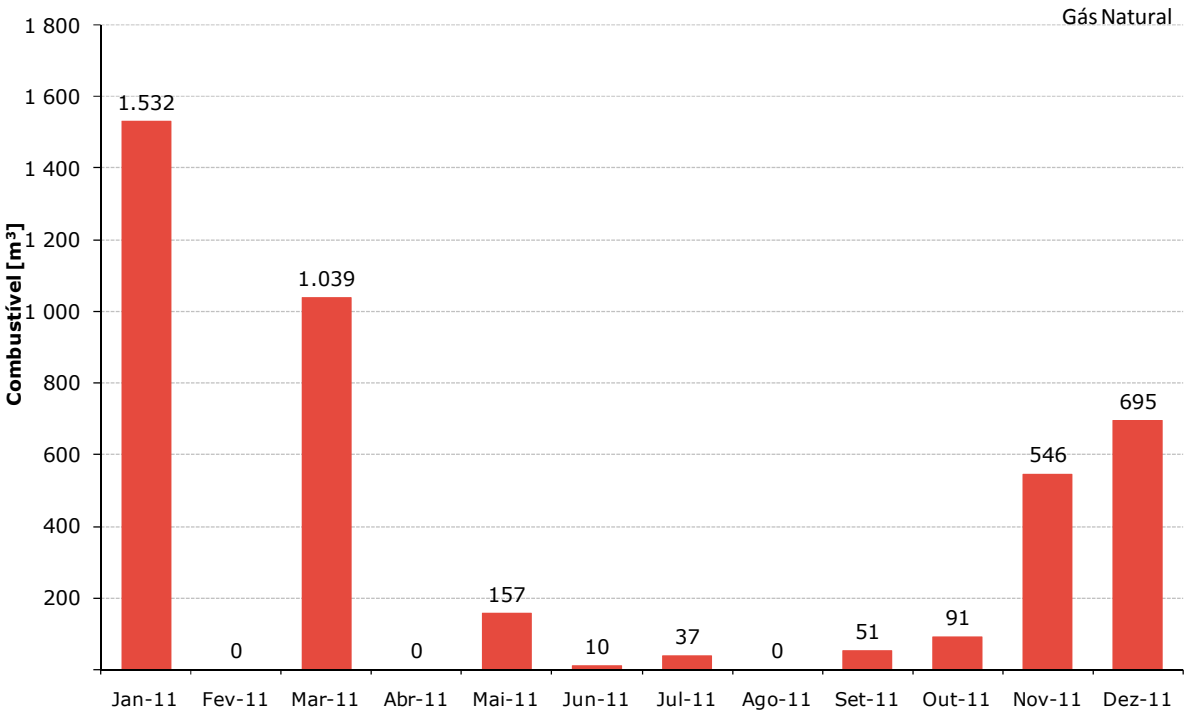
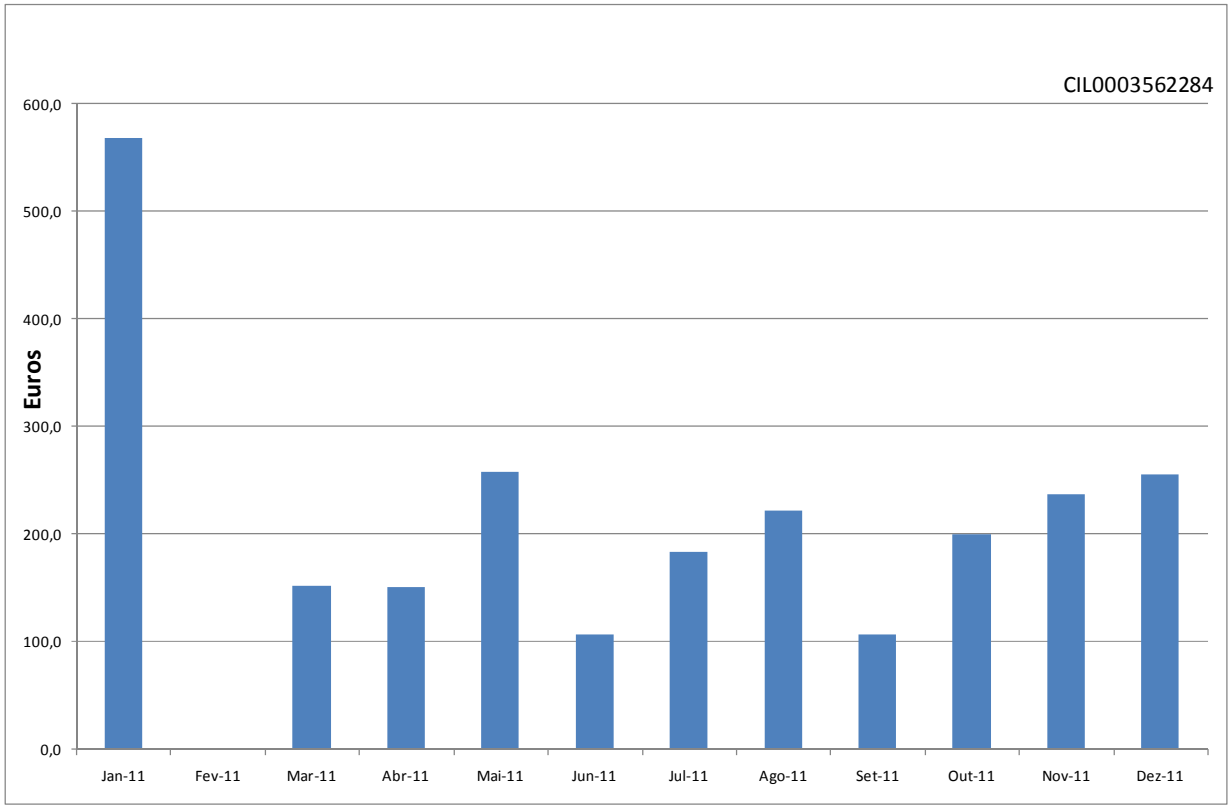


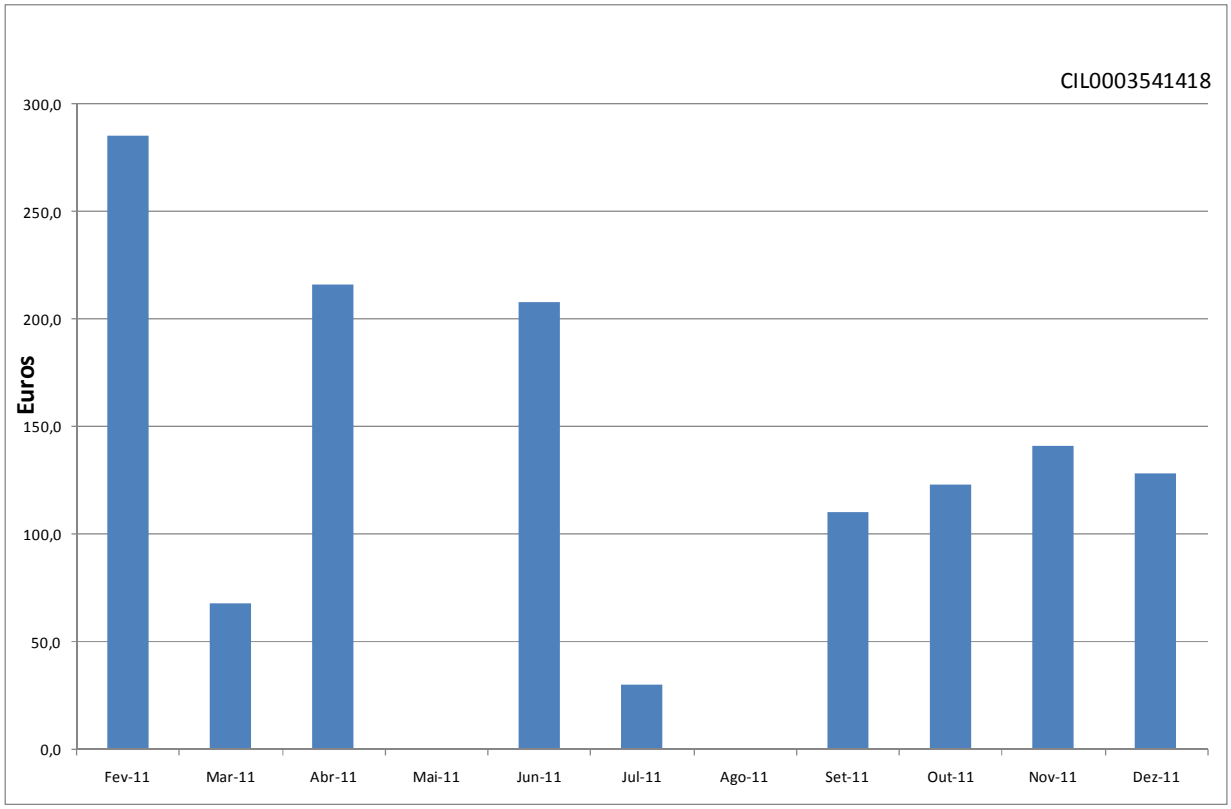
Figura 8 - Distribuição mensal dos consumos de energia (2011).

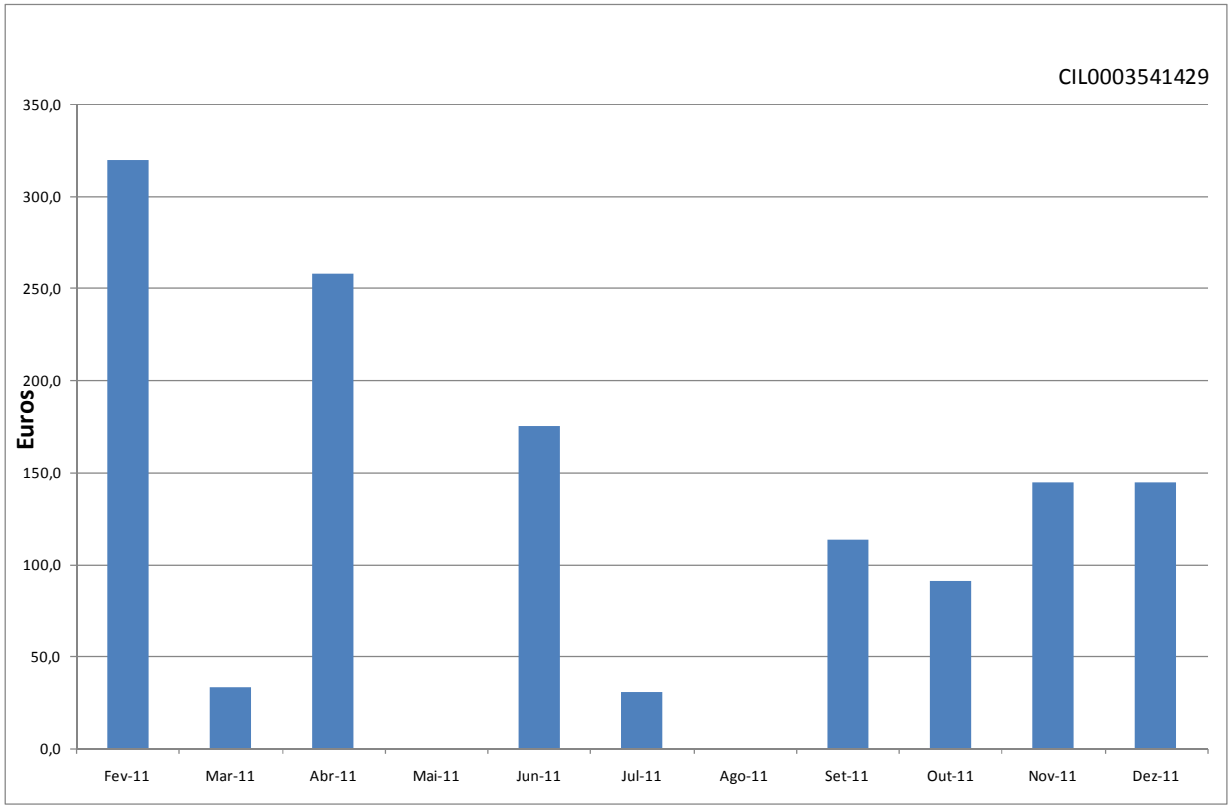
Ao analisar a distribuição mensal de consumo de energia apresentada na figura anterior verificam-se que os maiores consumos de energia são nos meses de Inverno, estes consumos registam-se tipicamente nos meses de maiores necessidades térmicas (aquecimento) e de iluminação, justificando-se pelo funcionamento dos equipamentos de climatização, pelo maior número de horas de permanência de iluminação artificial e pelo maior número de horas de utilização dos espaços interiores.

4.4.3 Custos com a energia (2011)

A figura 9 apresenta a distribuição mensal dos custos de consumo de energia no ano de referência (2011).







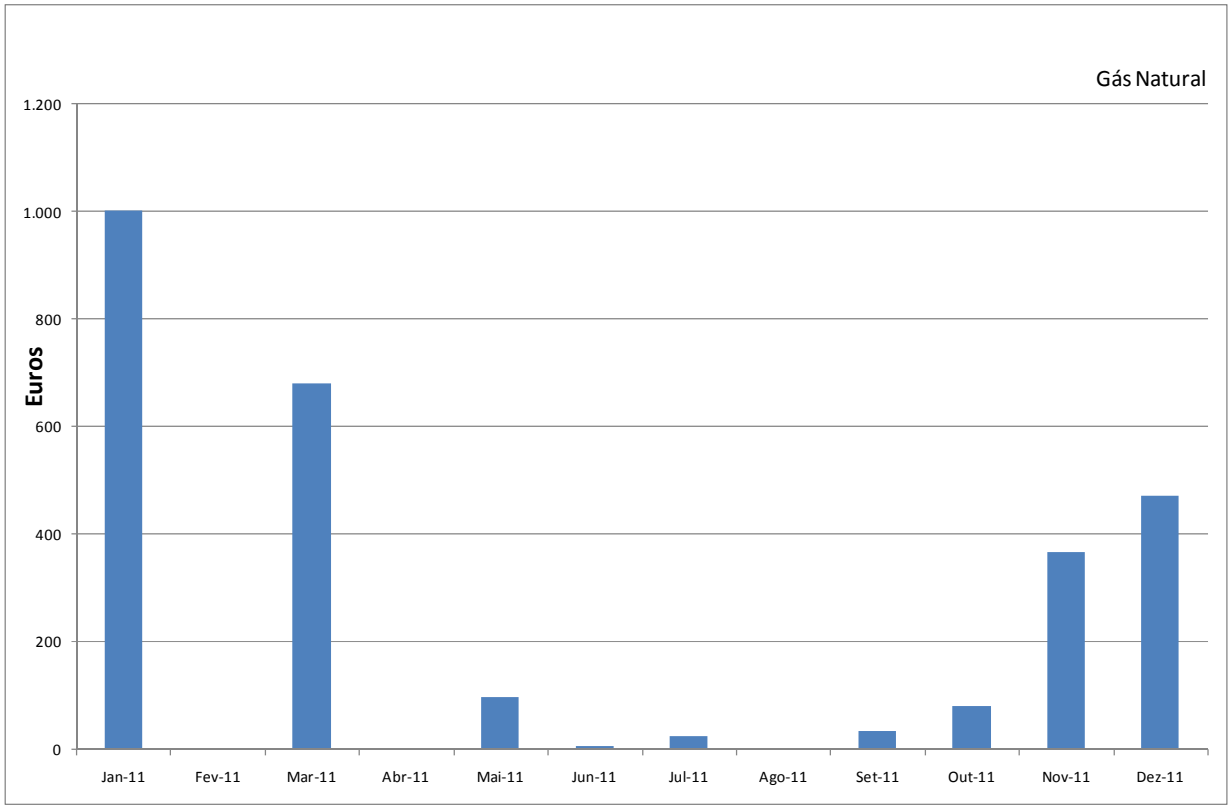


Figura 9 – Distribuição mensal dos custos de energia (2011).

4.4.4 Desagregação de consumos de energia (2011)

Os levantamentos realizados permitiram desagregar os consumos, reflectido nas tabelas seguintes.

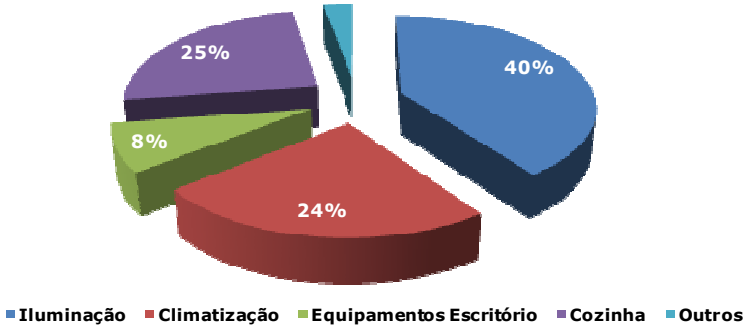
Tabela 5 - Desagregação dos consumos de energia.

Sector	Consumo de Electricidade	
	kWh/ano	%
Iluminação	15.329	40
Climatização	9.249	24
Equipamentos Escritório	3.165	8
Cozinha	9.394	25
Outros	1.057	3
Total	**38.194**	**-**

Sector	Consumo de Gás Natural	
	kWh/ano	%
Cozinha	11.584	22
AQS	4.025	8
Aquecimento	36.432	70
Outros	4	0
Total	**52.045**	**-**

A parcela "Outros" representa os consumos de energia que não foi possível desagregar.

Distribuição dos Consumos de Energia Eléctrica



Distribuição dos Consumos de Gás Natural

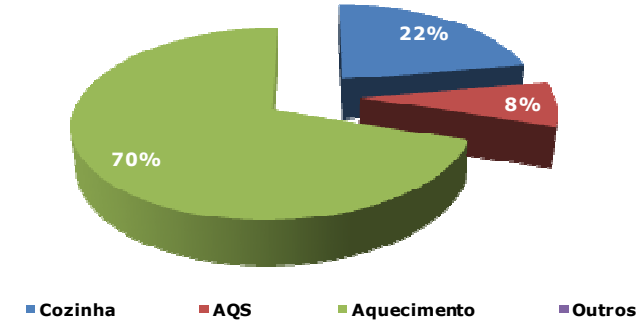


Figura 11 - Desagregação dos consumos de energia eléctrica.

A desagregação de consumos aqui apresentada teve por base os levantamentos efectuados e as informações recolhidas nos edifícios, sendo de salientar que pelo facto de não terem sido efectuadas quaisquer monitorizações de consumos, poderá existir um desfasamento entre os valores dos consumos/horários de funcionamento utilizados em cálculo e os valores/horários reais, originando uma variação nas percentagens atribuídas.

4.4.5 Indicador Energético (2011)

O indicador de eficiência energética é um valor que reflecte, como um barómetro, o nível de eficiência energética de um edifício.

O indicador apresentado, foi calculado a partir dos consumos efectivos de energia do edifício durante um ano, convertidos para energia primária e dividido pela área total do edifício.

Tabela 6 - Indicador Energético.

Consumo Total de Energia	Área	Indicador Energético
kgep/ano	(m^2)	(kgep/m^2.ano)
15.552	420	37

O indicador obtido, pode ser comparado com o Indicador de Eficiência Energética aplicável definido no Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização (RSECE – Decreto-Lei nº. 79/2006 de 04 de Abril), para edifícios existentes apresentada no Anexo III.

5. Oportunidades de Racionalização dos Consumos de Energia

De acordo com o levantamento realizado e dados fornecidos foram identificadas medidas de melhoria da eficiência energética para o edifício. Este capítulo descreve as várias medidas propostas, apresentando sempre que possível uma estimativa de poupança de energia e redução de custo com a energia.

5.1 Adesão ao mercado liberalizado

Actualmente, o fornecimento de energia eléctrica é feito a partir da EDP Serviço Universal. Dado que é possível a adesão ao sistema liberalizado, deverá contactar os diversos comercializadores de electricidade, de modo a obter várias propostas e desta forma poder comparar tarifas, salvaguardando sempre o melhor preço. Prevê-se que a adesão ao mercado liberalizado possa eventualmente reduzir os custos energéticos entre 3% a 5%.

5.2 Potencial de economia na substituição dos sistemas de iluminação

O diagnóstico efectuado aos meios de iluminação artificial do edifício, permitiu identificar oportunidades de redução dos consumos de energia.

Conforme o levantamento de iluminação realizado (capítulo 4.2.1) predominam no edifício as luminárias com lâmpadas fluorescentes equipadas com balastros ferromagnéticos. Estas soluções conduzem a desperdícios energéticos elevados, e a tempos de vida inferiores das luminárias.

De seguida apresentam-se as propostas de substituição dos sistemas de iluminação descritos. Refira-se que o preço da energia eléctrica utilizado no cálculo da poupança energética foi calculado com base na tabela de preços da tarifa BTN para o ano de 2011.

Substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares com balastros ferromagnéticos T8 por kit de lâmpadas fluorescentes tubulares T5 com balastro electrónico	
	A iluminação dos edifícios da Escola do Rossio de S. Brás é garantida essencialmente por lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8 com balastros ferromagnéticos. Recomenda-se a substituição desta tecnologia, por tecnologia mais eficiente. As substituições recomendadas são: • Lâmpadas T8 de 18 W -> lâmpadas T5 de 15 W; • Lâmpadas T8 de 36 W -> lâmpadas T5 de 30 W; • Lâmpada T8 de 58 W -> lâmpadas T5 de 38 W. As lâmpadas T5 reduzem a potência instalada garantindo o mesmo fluxo luminoso. Este sistema já inclui balastros electrónicos e para a sua instalação não é necessário a alteração da luminária.

Estimativa de redução do consumo de energia	**4260 kWh/ano**

Poupança estimada*	**115 €/ano**
Investimento estimado	**565 €**
Período de retorno (PRS)	**4,9 anos**

**A poupança estimada inclui para além da redução do consumo de energia, a redução associada à potência contratada e em horas de ponta, pela redução da potência instalada no edifício.*
O investimento indicado teve por base os preços unitários apresentados pela marca Greentube.

Substituição de lâmpadas de iodetos metálicos de 150W por lâmpadas de 70W	
	Para iluminação exterior existem 8 projectores com lâmpadas de iodetos metálicos, cada uma com a potência individual de 150 W. A medida proposta visa a substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas de 70 W, conseguindo assim uma redução de potência instalada superior a 50%. Dada a densidade de iluminação existente, a diferença de potência não tem impactos significativos no nível de iluminação.

Estimativa de redução do consumo de energia	**2798 kWh/ano**

Poupança estimada*	**370 €/ano**
Investimento estimado	**81 €**
Período de retorno (PRS)	**0,3 anos**

**A poupança estimada inclui para além da redução do consumo de energia, a redução associada à potência contratada e de horas de ponta pela redução da potência instalada no edifício.*
O investimento indicado teve por base os preços unitários apresentados pela empresa SoniGate para as lâmpadas da marca General Electric.

Para além das medidas descritas, apresentam-se de seguida algumas recomendações de boa utilização do edifício, e que conduzirão à redução do consumo energético dos meios de iluminação artificial:

- Manter os sistemas de iluminação limpos (lâmpadas, luminárias, reflectores e difusores);
- Aproveitar ao máximo a iluminação natural mantendo sempre as janelas e envidraçados limpas e sem objectos que impeçam desnecessariamente a entrada da luz natural.

5.3 Potencial de economia sistema de controlo da iluminação

Nas instalações sanitárias propõe-se a instalação de sensores de movimento com controlo da intensidade luminosa, evitando desta forma consumos de energia eléctrica desnecessários. Estas unidades apresentam valores de referência de poupança no consumo de energia eléctrica por espaço na ordem dos 50%.

Colocação de sensores de movimento nas instalações sanitárias	
	A iluminação das instalações sanitárias deve ser controlada automaticamente através da colocação de sensores de movimento e luminosidade, de forma a evitar consumos provocados pelo esquecimento do acto de desligar a iluminação quando não existe ocupação do espaço. Propõe-se a colocação de sensores associados aos circuitos de iluminação de todas as instalações sanitárias dos edifícios da escola.

Estimativa de redução do consumo de energia	**1072 kWh/ano**

Poupança estimada*	**142 €/ano**
Investimento estimado	**140 €**
Período de retorno (PRS)	**1 ano**

**A poupança estimada inclui para além da redução do consumo de energia, a redução associada à potência contratada e de horas de ponta pela redução da potência instalada no edifício.*
O investimento indicado teve por base os preços unitários apresentados pela empresa MKTI para as os sensores da marca BLINK.

5.4 Potencial de economia/Análise do sistema de climatização

A climatização dos espaços do edifício da cantina é garantida por quatro unidades do tipo split, enquanto a climatização dos outros dois edifícios é assegurado por caldeiras (somente existe aquecimento).

Foi registado que existem alguns aquecedores portáteis, quase na totalidade no edifício da cantina, situação que deve ser eliminada, dada a pouca eficiência e o elevado consumo destes equipamentos.

Verificou-se que actualmente o edifício não possui insuflação de ar novo /extracção de ar viciado dos espaços e esta situação não oferece garantias de condições adequadas de qualidade do ar interior.

Constatou-se ainda que existem quatro caldeiras para aquecimento, duas para cada edifício de salas de aula. De seguida apresenta-se uma medida para o sistema de aquecimento.

Redução do número de caldeiras em funcionamento

O sistema de aquecimento existente nos dois edifícios de salas de aula é composto por quatro caldeiras, duas para cada edifício.

Cada caldeira alimenta um circuito independente de aquecimento, sendo que cada edifício possui dois circuitos independentes de aquecimento.

Após o levantamento das instalações verificou-se que, por edifício, os dois circuitos de aquecimento possuem na totalidade 162 elementos de radiadores de alumínio da marca Roca, modelo Dubal.

Através da ficha técnica do elemento é possível verificar que cada um possui a capacidade térmica individual de 119,1 Kcal/h, sendo a capacidade total por edifício de 19 294,2 Kcal/h, equivalendo a 22,44 kW.

De acordo com o catálogo das caldeiras instaladas, da marca Roca, modelo Laura 20/20, a potência útil para aquecimento de cada caldeira é de 20 000 Kcal/h, a que correspondem 23,26 kW.

Constata-se que a capacidade de uma só caldeira é suficiente para a instalação de aquecimento de cada edifício de salas de aula.

Verifica-se que é economicamente viável alterar as ligações dos circuitos e juntar os mesmos de forma a serem abastecidos por uma única caldeira, uma vez que as duas caldeiras de cada edifício encontram-se instaladas no mesmo local.

Recomenda-se que, por cada edifício, a ligação dos dois circuitos de aquecimento seja feita somente a uma caldeira, desligando a segunda.

Esta medida elimina a duplicação dos picos de consumo de arranque das caldeiras, a duplicação dos consumos em regime de stand-by e a duplicação dos custos de manutenção.

Estimativa de redução do consumo de energia	**7807 kWh/ano**

Poupança estimada	**415 €/ano**
Investimento estimado	**300 €**
Período de retorno (PRS)	**0,7 anos**

O investimento indicado teve por base o custo da interligação dos circuitos de aquecimento.

5.5 Utilização de equipamentos

Na utilização de equipamentos informáticos, recomenda-se a sensibilização dos utilizadores do edifício para os seguintes questões:

- Desligar os equipamentos no botão ou directamente na tomada, para evitar os consumos em *standby*;
- Na aquisição de novos equipamentos, deve verificar-se as referências ao seu consumo em *standby* na ficha técnica do Manual do Utilizador, e ponderar este critério na escolha do equipamento;
- No caso do equipamento electrónico, procurar os equipamentos que tenham a etiqueta *Energy Star;*
- Quando não existir a necessidade de funcionamento dos equipamentos (fins-de-semana e períodos nocturnos), os equipamentos deverão ser desligados.

Cada Watt consumido por um equipamento em modo de *standby* é responsável pelo consumo de 8,76kWh por ano (assumindo o modo de *standby* permanente). Para evitar estes consumos, poderá instalar-se as tomadas inteligentes. Estas tomadas controlam e eliminam os consumos em *standby*, detectando automaticamente quando um equipamento entra em modo *standby*, cortando o fornecimento de energia eléctrica.

Em alternativa, mais económica, pode ser temporizada a alimentação dos circuitos de tomadas.

Colocação de temporização nos circuitos de tomadas	
	Existem no total dos edifícios de salas de aulas os seguintes equipamentos com potencial de consumo em stand-by: 4 impressoras, 3 televisores, 15 computadores, 2 multifunções, 2 quadros interactivos e 1 projector, num total de 27 equipamentos. Recomenda-se a colocação de um relógio temporizador, em cada edifício, que desligue a alimentação dos circuitos de tomadas que alimentam os equipamentos com funcionamento em stand-by. O período considerado para desligar foi das 19h até às 8h. Com esta medida deverá ser acautelado o funcionamento dos equipamentos que se pretende permanentemente ligados.

Estimativa de redução do consumo de energia	**142 kWh/ano**

Poupança estimada*	**19 €/ano**
Investimento estimado	**70 €**
Período de retorno (PRS)	**3,7 anos**

**A poupança estimada inclui para além da redução do consumo de energia, a redução associada à potência contratada e em horas de ponta, pela redução da potência instalada no edifício.*
O investimento indicado teve por base os preços unitários apresentados pela marca Hager.

5.6 Potencial de economia na envolvente do edifício

A qualidade térmica da envolvente dos edifícios é um factor determinante nos consumos de energia que se verificam no período de utilização do mesmo.

No edifício da Cantina predominam os vãos envidraçados em caixilharia de madeira com vidro simples de 3 mm e protecções solares interiores com portadas de madeira.

Nos outros dois edifícios existem também vãos envidraçados em caixilharia de madeira com vidro simples de 3 mm e protecções solares interiores com portadas de madeira, no entanto as salas de aula possuem vão envidraçados com caixilharia metálica com vidro duplo 4+8+6 mm e protecção solar interior composta por persianas de lâminas metálicas ou portadas interiores de madeira.

Este tipo de soluções pode ser melhorado, diminuindo as perdas térmicas no período de aquecimento e os ganhos térmicos no período de arrefecimento, melhorando o funcionamento dos sistemas de climatização no sentido de garantir as condições de conforto térmico requeridas bem como a redução do consumo de energia elétrica.

Com disponibilidade financeira e de acordo com um plano de requalificação do edifício recomenda-se que sejam instalados vãos envidraçados com caixilharias com melhor desempenho energético, como as caixilharias de PVC com corte térmico e com vidro duplo.

Pelo facto de as protecções solares serem interiores o seu uso promove uma diminuição da iluminação natural e faz com que exista a necessidade de funcionamento dos sistemas de iluminação artificial, com o consequente aumento do consumo de energia elétrica e aumento da carga térmica interior. Este aumento da carga térmica interior implica um aumento do consumo dos equipamentos de climatização para conseguir alcançar as condições de conforto.

De acordo com o anteriormente exposto, caso não hajam constrangimentos urbanísticos, recomenda-se a instalação de dispositivos de protecção solar exteriores como nos exemplos que se apresentam na figura abaixo. As protecções solares exteriores permitem um controlo dos ganhos solares, evitando a entrada directa de luz solar, mas simultaneamente aproveitando toda a luminosidade natural.

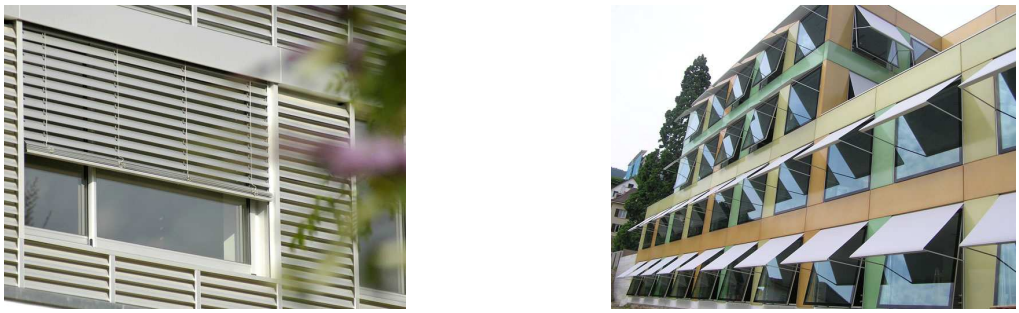


Figura 10 – Exemplos de sombreamentos exteriores.

6. Conclusões

O Diagnóstico Energético efectuado aos edifícios da Escola do Rossio de S. Brás em Évora permitiu identificar oportunidades de racionalização dos consumos de energia. Apresentam-se na tabela seguinte as medidas recomendadas:

Sector	Medida	Poupança Estimada		Estimativa investimento (€)	Payback (anos)
		kWh/ano	€/ano		
Geral	Adesão ao mercado liberalizado.	-	-	-	-
Iluminação	Substituição de lâmpadas fluorescentes tubulares T8 com balastro ferromagnético por lâmpadas T5 com balastro electronico	4.260	115	565	4,9
	Colocação de sensores de movimento com controlo de intensidade luminosa nas instalações sanitárias.	1.072	142	140	1
	Substituição de lâmpadas de iodetos metálicos de 150W por lâmpadas de 70W.	2.798	370	81	0,3
Climatização	Redução do número de caldeiras	7.807	415	300	0,7
	Colocação de tempporizadores no quadro eléctrico, de forma a desligar os circuitos de tomadas durante a noite e a minimizar os períodos de standby, evitando consumos desnecessários de energia eléctrica.	142	19	70	3,7
Envolvente	Colocação de dispositivos de sombreamento exterior para o controlo dos ganhos solares passivos dos gabinetes e substituição das caixilharias.	-	-	-	-
	Total	**16.079**	**1061**	**1156**	**1,09**

ELABORADO:

Luis Silveira
Técnico Superior de Energia
Energia/Edifícios/ ISQ

APROVADO:

Pedro Fonseca
P' Responsável Técnico
Energia/Edifícios/ ISQ

Anexo I

Equipa Envolvida nos Trabalhos

A equipa que desenvolveu o trabalho de campo nas instalações e elaborou o presente relatório de Diagnóstico Energético foi constituída pelos seguintes elementos:

- ***Coordenadora do Projecto: Eng.ª Helena Lima***
  - ***Equipa técnica:***
    - ***Eng.º Anselmo Ramos***
    - ***Eng.ª Helena Costa***
    - ***Eng.º Pedro Fonseca***
    - ***Eng.º Luis Silveira***

Factores de Conversão

De acordo com o Decreto-Lei n.º 79/2006 de 04 de Abril, indicam-se de seguida os coeficientes de redução a energia primária, expressa em tonelada equivalente de petróleo (tep) que foram adoptados na elaboração deste relatório.

Para electricidade:

1 kWh corresponde a $290x10^{-6}$ tep

Para combustíveis sólidos, líquidos e gasosos:

1 kWh corresponde a $86x10^{-6}$ tep

Anexo II

Local	Tipo	U_{in}(V)	Luminária		Obs.
			Tipo	Qta.	
Cantina	FT	230	2 x 58	4	Refeitório
	FT	230	2 x 58	2	Cozinha
	FT	230	1 x 58	1	Dispensa
	FT	230	2 x 36	4	Tempos Livres
	FT	230	2 x 36	2	IS
	FT	230	1 x 36	1	IS
	FT	230	1 x 58	1	Vestiário
Bloco Norte	FT	230	1 x 18	7	IS Piso 1
	FT	230	2 x 58	4	Hall entrada Piso 1
	FT	230	2 x 58	2	Sala apoio Piso 1
	FT	230	1 x 58	1	Sala 1 Piso 1
	FT	230	2 x 58	4	Sala 1 Piso 1
	FT	230	1 x 58	1	Sala 2 Piso 1
	FT	230	2 x 58	4	Sala 2 Piso 1
	FT	230	2 x 58	2	Átrio 1 Piso 1
	FT	230	2 x 18	1	Átrio 1 Piso 1
	FT	230	2 x 58	2	Átrio 2 Piso 2
	FT	230	1 x 18	1	Átrio 2 Piso 2
	FT	230	2 x 58	4	Sala 3 Piso 2
	FT	230	2 x 58	4	Sala 4 Piso 2
	FT	230	1 x 58	1	Sala 3 Piso 2

Bloco Sul	FT	230	2	x	58	2	Sala Professores Piso 1
	FT	230	2	x	58	4	Circulação Piso 1
	FT	230	2	x	18	1	Circulação Piso 1
	FT	230	2	x	18	6	IS Piso 1
	FT	230	1	x	18	1	IS Piso 1
	FT	230	2	x	58	4	Sala 1 Piso 1
	FT	230	2	x	58	4	Sala 2 Piso 1
	FT	230	2	x	36	2	Átrio 1 Piso 1
	FT	230	2	x	58	2	Átrio 2 Piso 2
	FT	230	2	x	18	1	Átrio 2 Piso 2
	FT	230	4	x	58	4	Sala 3 Piso 2
	FT	230	4	x	58	4	Sala 4 Piso 2
	FT	230	1	x	58	1	Sala 4 Piso 2
Iluminação exterior	IM	230	1	x	150	8	Exterior

FT – Fluorescente tubular IM – Iodetos Metálicos HL - halogéneo

FC – Fluorescente compacta BF – Balastro ferromagnético BE – Balastro Electrónico

Anexo III

Tipos de actividade	Tipologia do edifício	IEE (kgep/m².ano)
Comercial	Hipermercados	255
	Vendas por grosso	45
	Supermercados	150
	Centros comerciais	190
	Pequenas lojas	75
Serviço de refeições	Restaurantes	170
	Pastelarias	265
	Pronto a comer	210
Empreendimentos turísticos, quando aplicável.	Empreendimentos turísticos, quando aplicável, de 4 ou mais estrelas	60
	Empreendimentos turísticos, quando aplicável de 3 ou menos estrelas	35
Entretenimento	Cinemas e teatros	25
	Discotecas	55
	Bingos e clubes sociais	45
	Clubes desportivos com piscina	35
	Clubes desportivos sem piscina	25
Serviços	Escritórios	40
	Sedes de bancos e seguradoras	70
	Filiais de bancos e seguradoras	60
	Comunicações	40
	Bibliotecas	20
	Museus e galerias	10
	Tribunais	10
	Estabelecimentos prisionais	20
Escolas	Todas	15
Hospitais	Estabelecimentos de saúde com internamento	40
	Estabelecimentos de saúde sem internamento	40